

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-121202

(43) 公開日 平成8年(1996)5月14日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 29/00		C		
B 6 0 K 41/04				
F 0 2 D 45/00	3 1 2 M			
	3 3 0			

F 0 2 P 5/ 15

B

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-262283
(22) 出願日 平成6年(1994)10月26日

(71) 出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(74) 上記1名の代理人 弁理士 平木 祐輔
(71) 出願人 000232999
株式会社日立カーエンジニアリング
312 茨城県ひたちなか市高場2477番地
(74) 上記1名の代理人 弁理士 小川 勝男 (外1名)
(72) 発明者 黒岩 弘
茨城県勝田市大字高場2520番地 株式会社
日立製作所自動車機器事業部内

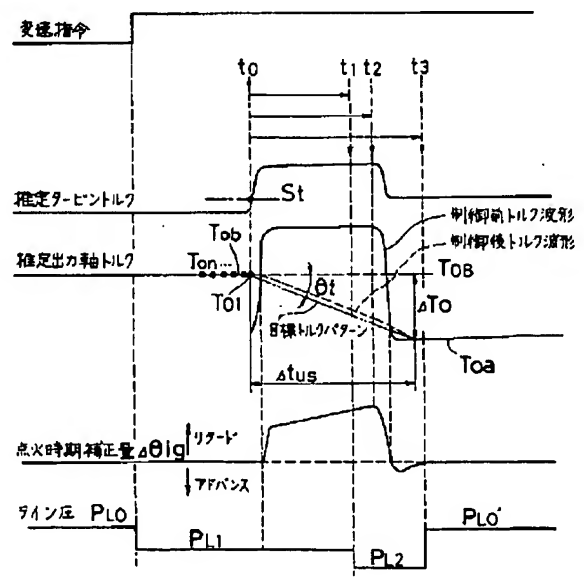
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の駆動トルク制御装置

(57) 【要約】

【目的】 変速中の駆動トルクを滑らかな理想的波形になるように制御して、変速ショックを低減する。

【構成】 駆動トルク演算手段でエンジントルク特性又はトルクコンバータの特性から自動変速機の出力軸のトルクを推定し、この推定駆動トルクを基に変速中の目標トルクパターンを発生する。エンジントルク制御演算手段は、前記目標トルクと駆動トルク演算手段で推定した駆動トルクの偏差を解消すべくエンジンの出力トルクを制御する制御量、すなわち点火時期補正量 $\Delta \theta_{ig}$ を演算する。この点火時期補正によって、駆動トルクを滑らかな目標トルクに近似させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンジンと、トルクコンバータを備えた自動変速機と、少なくとも一つのマイクロコンピュータを内蔵し前記エンジン及び前記自動変速機を制御する制御装置とを含む車両の駆動トルク制御装置において、前記自動変速機の出力軸のトルクを推定する駆動トルク演算手段と、該駆動トルク演算手段で推定した駆動トルクを基に変速中の目標トルクを発生する目標トルク発生手段と、該目標トルク発生手段で発生した目標トルクと前記駆動トルク演算手段で推定した駆動トルクの偏差を解消すべくエンジンの出力トルクを制御する制御量を演算するエンジントルク制御量演算手段と、該エンジントルク制御量演算手段の信号を受けてエンジンの出力トルクを制御するエンジントルク制御手段とを備えることを特徴とする車両の駆動トルク制御装置。

【請求項2】 前記駆動トルク演算手段はタービントルクを推定するタービントルク演算手段を含み、前記目標トルク発生手段は、前記駆動トルク演算手段内のタービントルク演算手段で得た推定タービントルクが変速指令後の所定時間内において所定値以上になった時点を実変速時期と認識し、該実変速時期における駆動トルク又はその直前までの平均駆動トルクを変速前駆動トルクとして一時記憶し、該変速前駆動トルクと変速前後のギア比とから変速後駆動トルクを算出し、該変速前駆動トルクと変速後駆動トルクの差分と予め設定しておいた所定の変速時間より目標トルクの経過時間に対する傾斜角度を算出し、所定の演算周期ごとに該傾斜角度にしたがって目標トルクを算出する機能を有することを特徴とする請求項1記載の車両の駆動トルク制御装置。

【請求項3】 前記エンジントルク制御量演算手段は、所定の演算周期ごとに前記目標トルク発生手段で発生させた目標トルク値と前記駆動トルク演算手段で演算した駆動トルク値との偏差算出手段、該偏差算出手段で算出した偏差に予め設定記憶しておいた換算係数を乗じてエンジントルク制御量を算出するエンジントルク制御量換算手段を含むことを特徴とする請求項1又は2記載の車両の駆動トルク制御装置。

【請求項4】 前記換算係数は、前記実変速時期からの第一の所定期間内で前記目標トルク値より駆動トルク値の方が小の場合は0であり、前記実変速時期から前記第一の所定期間より長い第二の所定期間内で前記目標トルク値より前記駆動トルク値の方が大の場合は所定の固有値であり、前記第二の所定期間以上では前記所定の固有値を経過時間の係数で除した値であることを特徴とする請求項3記載の車両の駆動トルク制御装置。

【請求項5】 前記駆動トルク演算手段として、予め記憶しておいたエンジントルク特性を利用して駆動トルクを推定する第一の駆動トルク演算手段と、予め記憶しておいたトルクコンバータの特性を利用して駆動トルクを推定する第二の駆動トルク演算手段とを有し、トルクコ

ンバータの滑りが大の領域では第二の駆動トルク演算手段を用い、トルクコンバータの滑りが小の領域では第一の駆動トルク演算手段を用いて自動変速機の出力軸のトルクを推定するように切り換える切り換え手段を備えることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項記載の車両の駆動トルク制御装置。

【請求項6】 前記切り換え手段による前記第二の駆動トルク演算手段から前記第一の駆動トルク演算手段への切り換え直前の両駆動トルク演算手段のトルク偏差分をエンジンの補機の負荷トルク分として学習し記憶する補機トルク学習手段をさらに備え、前記第二の駆動トルク演算手段から前記第一の駆動トルク演算手段に切り換えた後は、前記第一の駆動トルク演算手段からの推定トルクから前記補機トルク学習手段に記憶された補機トルクを減算して補機の負荷トルクを補正すること特徴とする請求項5記載の車両の駆動トルク制御装置。

【請求項7】 エンジントルク特性を利用して推定する第一の駆動トルク演算手段はエンジントルク特性を予め記憶しておくエンジントルク特性記憶手段と、前記トルクコンバータの滑り比を算出する手段と、該滑り比算出手段からの滑り比情報を入力して前記トルクコンバータのトルク比を算出する手段と、前記エンジントルク特性記憶手段から読みだされたエンジントルクと前記トルク比算出手段から出力されたトルク比を乗算してトルクコンバータの出力軸トルクを出力するタービントルク演算手段と、該タービントルク演算手段からのトルクコンバータの出力軸トルクと現在締結中のギア段のギア比を乗算して自動変速機の出力軸のトルクを出力する自動変速機出力軸トルク算出手段とを備えることを特徴とする請求項5又は6記載の車両の駆動トルク制御装置。

【請求項8】 前記エンジントルク特性記憶手段はアクセルペダル開度又はスロットル開度とエンジン回転数をパラメータとしてエンジントルクを記憶していることを特徴とする請求項7記載の車両の駆動トルク制御装置。

【請求項9】 前記エンジントルク特性記憶手段は、エンジン吸入空気質量流量とエンジン回転数をパラメータとしてエンジントルクを記憶していることを特徴とする請求項7記載の車両の駆動トルク制御装置。

【請求項10】 前記エンジントルク特性記憶手段は、吸気圧力と吸気温度よりエンジン吸入空気質量流量を演算する手段を備えることを特徴とする請求項9記載の車両の駆動トルク制御装置。

【請求項11】 前記エンジントルク特性記憶手段は、吸気圧力と吸気温度とエンジン回転数をパラメータとしてエンジントルクを記憶していることを特徴とする請求項7記載の車両の駆動トルク制御装置。

【請求項12】 前記エンジントルク特性記憶手段は、インジェクタ駆動パルス幅とエンジン回転数をパラメータとしてエンジントルクを記憶していることを特徴とする請求項7記載の車両の駆動トルク制御装置。

【請求項13】 前記トルクコンバータの特性を利用して駆動トルクを推定する第二の駆動トルク演算手段は、トルクコンバータのポンプ容量係数特性を予め記憶しておくポンプ容量係数特性記憶手段と、トルクコンバータの滑り比を算出する手段と、該滑り比算出手段からの滑り比情報を入力してトルクコンバータのトルク比を算出する手段と、前記ポンプ容量係数特性記憶手段から読みだされたポンプ容量係数とエンジン回転数二乗手段からのエンジン回転数二乗信号を乗算してトルクコンバータ入力トルクを算出するトルクコンバータ入力トルク算出手段と、前記トルク比算出手段から出力されたトルク比と前記トルクコンバータ入力トルク算出手段からのトルクコンバータ入力トルクを乗算しトルクコンバータの出力軸トルクを出力するタービントルク演算手段と、該タービントルク演算手段からのトルクコンバータの出力軸トルクと現在締結中のギア段のギア比を乗算して自動変速機の出力軸のトルクを出力する自動変速機出力軸トルク算出手段とを備えることを特徴とする請求項5〜11のいずれか1項記載の車両の駆動トルク制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、自動変速機付き車両の制御方法に係わり、特に変速時に生じるトルク変動、いわゆる変速ショックを低減する制御方法及びその制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のこの種の制御方法は、例えば特公平2-20817号のように、変速ショック低減のためのエンジン出力低下制御の開始、終了点を、変速開始時のエンジン回転数を基にして求めるもの、特公平5-5688号のように、変速ショック低減のためのエンジン出力低下制御の開始、終了点を、ミッションの入力回転数（タービン回転数）と出力回転数（車速信号と称している）の比、すなわち入出力回転比の大きさにより決めるもの、また、特公平4-81658号のように、変速ショック低減のためのエンジン出力低下制御の開始点は上記した前者の方法で、終了点は上記した後者の方法で決めるようにしたもの等がある。

【0003】従来のこの種の制御方法におけるエンジン出力低下制御の方法は、特公平5-7213号に記載のように、上記期間中、エンジン制御装置の通常特性データメモリから、変速時特性データメモリへ切り換えて行うものが一般的であり、その制御タイミング、制御量を変速段毎に、また、エンジン負荷量別に、各々予め記憶させておいたマップより検索し、制御する必要があった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】図3は、上記した従来技術を用いた変速ショック低減方法を説明するタイムチャート例である。エンジン出力低下のための制御量とし

て点火時期を用いている。制御タイミング t_1 、 t_2 は、上記して求めた入出力回転比が予め記憶させておいた設定値 S_1 、 S_2 を過った点で決まる。この $t_1 \rightarrow t_2$ の制御期間に、予め記憶させておいた制御量、すなわち、点火時期リタード量 $\Delta\theta$ を読みだし、基本点火時期にこれを加算して制御を実行する。

【0005】したがって、この補正制御期間の補正制御量は一定値であり、 $t_1 \rightarrow t_2$ の制御期間の出力軸トルクが図示のごとくほぼフラットな場合は、上記したリタード制御により顕著なトルク変動低減、いわゆる、変速ショック低減効果をあげることができる。しかし、実際のトルク波形は上記期間においてかなり変動しており、一定の補正制御量では十分な補正制御効果を上げることができないことが多い。

【0006】また、設定値 S_1 、 S_2 、点火時期リタード量 $\Delta\theta$ は、開発段階で実機チューニングにより最適値に適合させる必要があり、多大な時間をこのために要していた。また、最適値に適合させたとしても経年変化や環境変化により、上記して決めた設定値では不十分になる場合があり、完全に変速ショックを低減することは困難となっていた。本発明の目的とするところは、チューニングする部分を極力無くして開発工数を低減し、かつ、経年変化や環境変化にも自動的に追従して変速ショックの低減を好適に行うことができる制御装置及び制御方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明による車両の駆動トルク制御装置は、変速時の駆動軸トルクがあるべき理想的な波形を発生する目標トルクパターン発生手段、実際の駆動軸トルクを高精度に推定する駆動トルク演算手段、推定した駆動トルクが目標トルクパターンに追従するようにエンジンの出力トルクを制御する制御量を演算するエンジントルク制御量演算手段、及びエンジンの出力トルクを制御するエンジントルク制御手段を備える。

【0008】目標トルク発生手段は、駆動トルク演算手段内のタービントルク演算手段で得た推定タービントルクが変速指令後の所定時間内において所定値以上になった時点を実変速時期と認識し、実変速時期における駆動トルク又はその直前までの平均駆動トルクを変速前駆動トルクとして一時記憶し、変速前駆動トルクと変速前後のギア比とから変速後駆動トルクを算出し、変速前駆動トルクと変速後駆動トルクの差分と予め設定しておいた所定の変速時間より目標トルクの経過時間に対する傾斜角度を算出し、所定の演算周期ごとに該傾斜角度にしたがって目標トルクを算出する機能を有するものとすることができる。

【0009】エンジントルク制御量演算手段は、所定の演算周期ごとに目標トルク発生手段で発生させた目標トルク値と駆動トルク演算手段で演算した駆動トルク値と

の偏差算出手段、該偏差算出手段で算出した偏差に予め設定記憶しておいた換算係数を乗じてエンジントルク制御量を算出するエンジントルク制御量換算手段を含むことができる。換算係数は、実変速時期からの第一の所定期間内で目標トルク値より駆動トルク値の方が小の場合は0、実変速時期から第一の所定期間より長い第二の所定期間内で目標トルク値より駆動トルク値の方が大の場合は所定の固有値、第二の所定期間以上では所定の固有値を経過時間の係数で除した値とするのが好ましい。

【0010】駆動トルク演算手段としては、予め記憶しておいたエンジントルク特性を利用して駆動トルクを推定する第一の駆動トルク演算手段と、予め記憶しておいたトルクコンバータの特性を利用して駆動トルクを推定する第二の駆動トルク演算手段とを有し、トルクコンバータの滑りが大の領域では第二の駆動トルク演算手段を用い、トルクコンバータの滑りが小の領域では第一の駆動トルク演算手段を用いて自動変速機の出力軸のトルクを推定するように切り換える切り換え手段を備えるのが好ましい。また、第一及び第二の駆動トルク演算手段による駆動トルクの偏差からエンジンの補機の負荷トルクを学習し、第一の駆動トルク演算手段を用いるときに補機の負荷トルクを補正するのが好ましい。

【0011】エンジントルク特性を利用して推定する第一の駆動トルク演算手段は、エンジントルク特性を予め記憶しておくエンジントルク特性記憶手段と、トルクコンバータの滑り比を算出する手段と、滑り比算出手段からの滑り比情報を入力してトルクコンバータのトルク比を算出する手段と、エンジントルク特性記憶手段から読みだされたエンジントルクとトルク比算出手段から出力されたトルク比を乗算してトルクコンバータの出力軸トルクを出力するタービントルク演算手段と、タービントルク演算手段からのトルクコンバータの出力軸トルクと現在締結中のギア段のギア比を乗算して自動変速機の出力軸のトルクを出力する自動変速機出力軸トルク算出手段とを備えることができる。

【0012】前記エンジントルク特性記憶手段は、アクセルペダル開度又はスロットル開度とエンジン回転数、エンジン吸入空気質量流量とエンジン回転数、吸気圧力と吸気温度とエンジン回転数、又はインジェクタ駆動パルス幅とエンジン回転数をパラメータとしてエンジントルクを記憶することができる。トルクコンバータの特性を利用して駆動トルクを推定する第二の駆動トルク演算手段は、トルクコンバータのポンプ容量係数特性記憶手段と、トルクコンバータの滑り比を算出する手段と、滑り比算出手段からの滑り比情報を入力してトルクコンバータのトルク比を算出する手段と、ポンプ容量係数特性記憶手段から読みだされたポンプ容量係数とエンジン回転数二乗手段からのエンジン回転数二乗信号を乗算してトルクコンバータ入力トルクを算出するトルクコンバータ入力トルク算出手段と、トルク比算出手段から出力さ

れたトルク比とトルクコンバータ入力トルク算出手段からのトルクコンバータ入力トルクを乗算しトルクコンバータの出力軸トルクを出力するタービントルク演算手段と、タービントルク演算手段からのトルクコンバータの出力軸トルクと現在締結中のギア段のギア比を乗算して自動変速機の出力軸のトルクを出力する自動変速機出力軸トルク算出手段とを備えることができる。

【0013】

【作用】本発明によれば、実際の駆動軸トルクが目標トルクと等しくなるようにエンジンの出力軸トルクをフィードバック制御するので、変速時の理想的なトルク制御が可能となり、チューニング等に要する開発工数が大幅に低減できる。また、経年変化や環境変化にも自動的に追従して変速ショックの低減を好適に行うことができる。

【0014】目標トルク値と推定駆動トルク値との偏差に予め設定記憶しておいた換算係数を乗じてエンジントルク制御量を算出する際に、換算係数を実変速時期からの期間に応じて変化させることにより、過剰補正の可能性を回避し、また変速中の駆動トルクと変速後通常走行時の駆動トルクとを滑らかに接続することができる。駆動トルク演算手段として、エンジントルク特性を利用する第一の駆動トルク演算手段と、トルクコンバータの特性を利用する第二の駆動トルク演算手段を併用し、トルクコンバータの滑りが大の領域では第二の駆動トルク演算手段を用い、トルクコンバータの滑りが小の領域では第一の駆動トルク演算手段を用いることにより駆動トルクの推定精度を高めることができる。

【0015】また、アクセルペダル開度、スロットル開度、エンジン回転数、エンジン吸入空気質量流量、吸気圧力、吸気温度、インジェクタ駆動パルス幅、トルクコンバータの滑り比等の測定パラメータをもとにしたマップ検索により駆動トルクを推定する方式を採用することにより、高価なトルクセンサを用いることなく、エンジン制御のために組み込まれている既存のセンサのみを用いて駆動トルク制御を行うことができ、コストアップを伴うことなく機能強化を図ることができる。

【0016】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を用いて詳細に説明する。図1は本発明のシステム構成図である。1はエンジン、2は自動変速機(AT)、3はプロペラシャフト、4は終減速機を兼ねる差動装置、5は駆動輪、6はATの油圧回路である。7はマイクロコンピュータ内蔵のATのコントロールユニット(電子制御装置)であり、ここではATCUと称す。8はマイクロコンピュータ内蔵のエンジンのコントロールユニット(電子制御装置)、ここではECUと称す。9はエアークリーナ、10はエアフローセンサ、11はスロットルチャンバ、12は吸入マニホールド、13は燃料を噴射するインジェクタである。AT2の内部はさらにトルクコンバータ

14とギアトレイン15に分かれており、トルクコンバータ14の出力軸回転数、すなわち、ミッション入力軸回転数を検出するタービンセンサ16、ミッション出力軸回転数を検出するミッション出力軸回転センサ17が付設されている。

【0017】ECU8にはクランク角センサ、エアフローセンサ10、スロットルセンサ18等の情報が入力され、エンジン回転数信号他の諸演算を実行して、インジェクタ13に開弁駆動信号を出力して燃料量を制御し、アイドルスピードコントロールバルブISC19に開弁駆動信号を出力して補正空気量を制御し、また、図示していないが、点火プラグに点火信号を出力して点火時期を制御する等、種々の制御を実行する。一方、ATCU7にはミッション出力軸回転センサ17、AT油温センサ等からの信号、及びECU8からのエンジン回転数、スロットル開度信号等が入力され諸演算を実行して、油圧回路6に装着された油圧制御切り換え電磁弁20開弁駆動信号、ISC19駆動信号、点火時期修正信号等を出力するようになっている。

【0018】上記したATCU、ECUのごとき制御装置の構成例を図2に示す。制御装置は少なくともCPU33とROM35とRAM36と入出力インタフェース回路38、これらを連絡するバス34から成り、図1に示したようにATCU7とECU8をLANで結ぶ場合はLAN制御回路37が必要である。上記したATCU、ECUを一体化し、1つのCPUで両者の機能を司るタイプのものでも本発明は同様の効果を発揮できる。

【0019】図4は、本発明によるアップシフトショックの低減法の説明用のタイムチャートである。変速制御は変速指令によって開始される。推定タービントルクは変速指令とは無関係に所定の時間間隔で演算を実行して求める。この推定タービントルクの演算方法は後述する。図示していないが、変速指令が立つと、その変速段用の油圧切り換え電磁弁20が作動し、その変速段用のクラッチ、ブレーキ等の締結摩擦要素の締結が開始され、その結果、その変速段用のギアの締結が開始される。ギアの締結が開始されると推定タービントルクは図示のごとくほぼステップ的に増大する。これはアップシフトするためにエンジン回転数、タービン回転数が急激に低下することにより、エンジン等の慣性分が重畳するためである。

【0020】本発明ではこの推定タービントルクの立上り点をスライズレベルStで検出、識別し、この時刻 t_0 を推定出力軸トルクの演算に用いるギア比のステップ的切り換え点、及び目標トルクパターンの発生点として用いる。推定出力軸トルクも推定タービントルクと同様に、変速指令とは無関係に所定の時間間隔で演算を実行している。

【0021】推定出力軸トルクは推定タービントルクにそのときのギア比を乗じて出したミッションの出力軸ト

ルクである。時刻 t_0 の情報がいった時点で上記演算に用いるギア比を変速指令前のギア比から、変速指令後のギア比（締結後のギア比）にステップ的に切り換える。これは推定タービントルクの立上り点が、変速指令前のギアから変速指令後のギアへの切り換え開始点であり、トルク伝達経路の切り換え点であることに起因している。

【0022】このギア比のステップ的切り換えにより、時刻 t_0 で推定出力軸トルクは一旦ステップ的に小さくなり、その後、推定タービントルクの立上り波形と比例した波形を呈するようになる（図示の制御前トルク波形参照）。推定タービントルクはギアの締結が終了すると、図示のごとく、再び所定の低い値に戻る。この推定タービントルクが台形波的に大きくなっている期間が、実際のギア締結期間であり、エンジン回転数、タービン回転数が急激に低下している期間である。そしてこの期間、慣性分のトルクが放出されることにより推定タービントルクが台形波的に大きくなっている。したがって、推定出力軸トルクも推定タービントルク波形と比例した波形を呈し、変速中のトルクを忠実に推定できるわけである。乗車している人はこの推定出力軸トルクの時間的な変化分を感知して、変速ショックと感ずることになる。したがって、変速ショックを低減するには、この推定出力軸トルクの時間的な変化分を小さく抑える必要がある。

【0023】本発明では次に示すようにしてこれを達成している。時刻 t_0 で変速直前の推定出力軸トルクの平均値 T_{ob} を求める。推定出力軸トルクは所定時間ごと（例えば10msごと）に推定演算し、RAMに順次格納していくようになっている。この場合、格納個数は任意の複数個（例えば14個）用意しておき、最新の推定演算値を格納すると、その前に格納されていた推定演算値は順次となる格納個所に移され、最も古い推定演算値は消滅させるようになっている。したがって、時刻 t_0 でこの格納していた全ての、又は一部の推定演算値を読みだし、変速直前の推定出力軸トルクの平均値 T_{ob} を求めるようになっている。

【0024】つぎに、変速直後の出力軸トルク T_{oa} を $T_{oa} = (T_{ob} / \text{変速前のギア比}) \times (\text{変速後のギア比})$ のごとくして推定演算して求める。そしてこの両者の差分より、変速前後の出力軸トルク落差 ΔT_o を求める。予め設定しておいた目標とする変速時間 Δt_{us} と前記 ΔT_o より、変速中の目標トルクパターンの時間的傾斜角度 θ を求め、図示のごとく時刻 t_0 時点から時間的傾斜角度 θ で所定の時間間隔ごとに目標トルクを算出する。最終的には図示のごとく目標トルクパターンは変速中において斜めな特性となる。そしてこの目標トルクパターン発生期間中、所定の時間間隔ごとに算出した推定出力軸トルク T_o と目標トルクの偏差 δ を求め、この偏差 δ を零とすべくエンジンの点火時期を補正制御し、エンジンの出力トルクを制御するようになっている。ここ

で、

(推定出力軸トルク T_o) - (目標トルク) = 偏差 δ
として偏差 δ を求めるわけであるが、 δ が正のときは点火時期をリタード(遅角)させ、 δ が負のときは点火時期をアドバンス(進角)させる。

【0025】図4の例では、時刻 t_0 からの所定経過時間の間(例えば50ms間)で δ が負の場合、点火時期はアドバンス(進角)させず、 δ が正になりだした時点から点火時期をリタード(遅角)させるようにしている。これは変速開始初期のトルクの落ちこみ分を補正しようとする、点火時期アドバンス量(進角量)をノッキングが発生する領域まで大きくしてしまう可能性があるためである。この影響が無視できる場合にはこのような方法は用いなくてよい。

【0026】点火時期補正量 $\Delta\theta_{ig}$ は、前記して求めた偏差 δ に所定の換算係数 k_c を乗じて、

$$\Delta\theta_{ig} = k_c \times \delta$$

として算出する。この算出方法は時刻 $t_0 \sim t_2$ の間で行う。時刻 $t_2 \sim t_3$ では、上記して行ってきたトルクフィードバック制御を滑らかに終了させるため、

$$\Delta\theta_{ig} = (k_c / N) \times \delta$$

として点火時期補正量 $\Delta\theta_{ig}$ を算出する。ここで N は、時刻 t_2 以降の所定の演算周期での点火時期補正量 $\Delta\theta_{ig}$ の演算回数又は時間の単調増加関数で、1以上の値をとる。上記換算係数 k_c 又は k_c / N は一種のフィードバック制御ゲインであり、時刻 $t_0 \sim t_2$ の間は一定値の制御ゲイン、時刻 $t_2 \sim t_3$ の間では時間経過とともに制御ゲインを小さくしていくことになる。時刻 t_2 は制御ゲインを変更するタイミングを表し、時刻 t_3 は点火制御打ち切り、及びライン圧復帰タイミングを表す。

【0027】次に、ライン圧の制御方法について述べる。変速指令前の通常時ライン圧 P_{L0} に対し、変速指令直後の推定タービントルクから第一の変速時ライン圧 P_{L1} を決め、さらに時刻 t_1 時点でライン圧 P_{L1} より所定の比率小さくなるように第二の変速時ライン圧 P_{L2} を決め、時刻 t_3 時点で変速後の通常時ライン圧 P_{L0}' に復帰させる。ここで、変速指令直後に第一の変速時ライン圧 P_{L1} にするとギアの締結開始時期(図示の t_0)が遅くなる恐れがある場合は、時刻 t_0 あるいはこれより多少前の時刻まで通常時ライン圧 P_{L0} を用い、そのうち第一の変速時ライン圧 P_{L1} にする方法を用いればよい。

【0028】以上の制御を実行することにより、推定出力軸トルク T_o は図4の点線で示すように、ほぼ目標トルクパターンに追従した形となり、変速ショックを大幅に低減することができるようになる。図4で利用したタイマー値 Δt_{us} 、 t_1 、 t_2 、 t_3 は、図5に示したごとく変速の種別に制御定数としてテーブルで記憶させておき、その都度読みだして利用する。ここで上記したタイマー値をすべて用いる必要はなく、例えば t_1 、 t_2

は用いず、ミッションの入力回転数(タービン回転数)と出力回転数(車速信号と称している)の比、すなわち入出力回転比、あるいはエンジン回転数と(車速×変速後のギア比)の比、すなわち疑似トルコンスリップ比の大きさ等を利用して、これが所定値になったら t_1 、 t_2 で実行していた内容を行うというようにしても良い。上記した回転情報を用いた方がその制御タイミングを正確に捕えられる場合が多い。

【0029】つぎにトルク推定の方法について詳述する。大別すると、エンジン特性から推定する方法と、トルクコンバータから推定する方法になる。エンジン特性から推定する方法は下記に示すように数種類あり、このうちの一つを用いれば良い。

(1) エンジン回転数 N_e とスロットル開度 TVO からエンジントルクを推定する方法

(2) エンジン回転数 N_e と空気質量流量 Q_a からエンジントルクを推定する方法

(3) エンジン回転数 N_e と吸気圧力、吸気温度からエンジントルクを推定する方法

(4) エンジン回転数 N_e とインジェクタパルス幅からエンジントルクを推定する方法

【0030】図6は、前記(1)の、エンジン回転数 N_e とスロットル開度 TVO からエンジントルクを推定する方法の制御ブロック系統図である。エンジントルク T_e は予めROMに記憶しておいたマップから読みだして用いる。このマップは N_e と TVO に対応した T_e が所定の大きさごとに記憶されており、スロットル開度センサからの情報により TVO を、クランク角センサからの情報(ECUを経由しても可)により N_e を入力してブロック40でマップ検索し、補間計算を実行してそのときのエンジントルク T_e を算出する。ブロック41では $e = N_t / N_e$ の演算を実行してトルクコンバータのスリップ比 e を算出する。ここで N_t はトルクコンバータの出力回転数であり、通称、タービン回転数と云われている。このタービン回転数は、タービン回転数センサから直接検出して利用する方法、あるいは、車速 V_{sp} にそのときのギア比を乗じて間接的に求める方法のいずれで求めても良い。ブロック42では予めROMに記憶しておいた、 e に対するトルク比 t の特性マップより、トルクコンバータのトルク比 t (=トルクコンバータの出力トルク T_t /トルクコンバータの入力トルク T_e)を検索、補間計算して求める。ブロック43では、 $T_t = T_e \times t$ としてトルクコンバータの出力トルク T_t 、すなわち、タービントルク T_t を算出する。ブロック44でそのときのギア比を乗ずることによりトランスミッションの出力軸トルク T_o が求まることになる。

【0031】図7は、前記(2)の、エンジン回転数 N_e と空気質量流量 Q_a からエンジントルクを推定する方法の制御ブロック系統図である。図6の方法と異なるのは、 TVO の代わりに空気質量流量 Q_a を用いるように

11

したところにある。図6の方法では、高地、高温、低温等周囲の空気密度が極端に変化する条件下では高精度なエンジントルクの推定が難しくなるので、このような環境下の制御精度を重視する場合は図7の方法が望ましい。

【0032】図8は、前記(3)の、エンジン回転数 N_e と吸気圧力、吸気温度からエンジントルクを推定する方法の制御ブロック系統図である。図7の方法と異なるのは、空気質量流量 Q_a の代わりに吸気圧力と吸気温度をセンサ情報として用いるようにしたところにある。この両者のセンサ情報をブロック45に入力し、空気質量流量 Q_a を計算により求めるようにしている。4サイクル4気筒エンジンの場合を例にとると、気体定数を R 、吸入空気温度を T_a 、吸気圧力を P_a 、エンジン排気量を V_c 、充填効率を η として、ブロック45は次式に基づいて空気質量流量 Q_a を求める。この方法は図7と同じ効果を期待できる。

$$Q_a = [(N_e / 60) V_c \cdot \eta \cdot P_a] / (2 \cdot R \cdot T_a)$$

【0033】あるいは、空気質量流量 Q_a の代わりに吸気圧力 P_a を用い、吸気圧力 P_a とエンジン回転数 N_e からエンジントルクをマップ検索するようにしてもよい。その場合には、ブロック45を省略し、 N_e と P_a に対応した T_e が所定の大きさ毎に記憶されたマップを用意し、センサで検知した吸気圧力 P_a とエンジン回転数 N_e からマップ検索、補間計算を行ってエンジントルク T_e を算出し、あとは同様の手順でトランスミッションの出力軸トルク T_o を求める。

【0034】図9は、前記(4)の、エンジン回転数 N_e とインジェクタパルス幅 T_i からエンジントルクを推定する方法の制御ブロック系統図である。図6の方法と異なるのは、 TVO の代わりにインジェクタパルス幅 T_i を用いるようにしたところにある。ブロック46で N_e 、 Q_a 等のエンジンの状態を示す情報よりインジェクタパルス幅 T_i を求め(エンジン制御ルーチンの一部)、この T_i と N_e より T_e を算出するようにしている。ブロック46では、例えば次式に基づいて T_i を計算する。

$$T_i = Q_a \cdot K / N_e + T_s$$

ここで、 K は定数であり、 T_s はインジェクタ応答遅れ時間である。 Q_a 及び T_e から計算される上式の第1項は有効パルス幅に相当する。

【0035】この方法の利点は、エンジンに供給される混合気の空燃比 A/F が Q_a 、 N_e 以外にエンジン水温、スロットル開度等のパラメータによって変化するような場合でも、忠実に正確にエンジントルクを推定できるところにある。低温始動暖機時、急加速出力混合気時、リーンバーン、リッチバーン切り換え運転時等がこの恩恵に浴する。なお、 T_i はECUにおける値を利用することもできる。

12

【0036】次に、トルクコンバータの特性からトルクを推定する方法を図10を用いて説明する。クランク角センサからの情報(ECUを経由しても可)で N_e を入力し、ブロック41では $e = N_t / N_e$ の演算を実行してトルクコンバータのスリップ比 e を算出する。ここで N_t はトルクコンバータの出力回転数であり、通称、タービン回転数と云われている。このタービン回転数はタービン回転数センサから直接検出して利用する方法、あるいは、車速 V_{sp} にそのときのギア比を乗じて間接的に求める方法のいずれで求めても良い。この e を入力し、ブロック47では予めROMに記憶しておいたスリップ比 e とトルクコンバータのポンプ容量係数 C_p の特性マップより、そのときの C_p 値を検索、補間計算して求める。ブロック48で N_e^2 を算出し、ブロック49で $T_p = C_p \times N_e^2$ の計算を行い、トルクコンバータの入力トルク $T_p (=T_e)$ を求める。これ以降のルーチンは図6～図9と同じなので説明は省略する。

【0037】以上述べたごとく、トランスミッションの出力軸トルク、すなわち、駆動トルクを推定する方法は、エンジン特性利用方式とトルコン特性利用方式に大別されるが、推定精度の点から両者を使用領域によって使いわけることが望ましい。図11はこの特性例を示したものである。トルコン特性利用方式はスリップ比 e が大きくなると、前述のポンプ容量係数 C_p が急激に0に近づき、すなわち e に対する C_p の傾斜が急になり、推定誤差も急増するようになる。一方、エンジン特性利用方式はエンジンの出力トルクを推定する方法であり、エアコン、パワーステアリング用油圧ポンプ、ヘッドランプ等の補機の負荷トルク分を推定することができない。したがって、補機の負荷トルク分だけ推定誤差を生ずることになる。エンジンの出力トルクの大きさに対して、補機の負荷トルクの大きさが比較的大きい領域、すなわち、低速、低負荷運転域においては、推定誤差が大きくなる。以上のことより、スリップ比 e の大きさによって両者を使いわけ、すなわち、その境界値を A と設定したとすると、 $e \leq A$ ではトルコン特性利用方式を、 $e > A$ ではエンジン特性利用方式を用いるようにする。

【0038】図12は上記した補機の負荷トルク分の学習方法を示したブロック系統図である。ブロック50でエンジン特性利用方式でエンジンの出力トルク T_e を算出し、ブロック51でトルコン特性利用方式でトルクコンバータの入力トルク T_p を算出する。ブロック53はスリップ比 e の大きさによって両者を使いわけのための切り換え器であり、ブロック52では、 $e \leq A$ では常時、 $T_{acc} = T_p - T_e$ の演算を実行して補機の負荷トルク T_{acc} を算出し、この算出値の所定回の平均値をRAMに記憶させておき、所定回ごとにこれを更新していくようになっている。ここで $e > A$ となり、エンジン特性利用方式でエンジンの出力トルク T_e を算出するように切り替わった場合、この T_e にブロック52で学

習し保管しておいた最新の補機の負荷トルク T_{acc} を減算してトルクコンバータの入力トルク T_p を算出し駆動トルク推定に用いる。

【0039】図13は本発明になるトルクフィードバック制御の詳細タイムチャートである。すなわち、図4の時刻 $t_0 \sim t_3$ 間の詳細を示したものである。時刻 t_0 から斜めに発生させた目標トルクパターンに対し、推定トルクが図13のようになったとして説明する。実際には演算周期 Δt_s ごとに目標トルク値 t_{Ton} 、推定トルク値 T_{on} を演算して求めてトルクフィードバック制御に

利用している。

【0040】目標トルクパターン発生期間中、所定の時間間隔 Δt_s ごとに算出した推定出力軸トルク T_{on} と目標トルク t_{Ton} の偏差 δ を求め、この偏差 δ を零とすべくエンジンの点火時期を補正制御し、エンジンの出力トルクを制御するようになっている。ここで、

(推定出力軸トルク T_{on}) - (目標トルク t_{Ton}) = 偏差 δ

として偏差 δ を求めるわけであるが、 δ が正のときは点火時期をリタード（遅角）させ、 δ が負のときは点火時期をアドバンス（進角）させる。

【0041】図13の例では時刻 t_0 からの所定経過時間 ΔT_x の間（例えば50ms間）で δ が負の場合、点火時期はアドバンス（進角）させず、 δ が正になりだした時点から点火時期をリタード（遅角）させるようにしている。これは変速開始初期のトルクの落ちこみ分を補正しようとする、点火時期アドバンス量（進角量）をノッキングが発生する領域まで大きくしてしまう可能性があるためである。この影響が無視できる場合にはこのような方法は用いなくてよい。

【0042】点火時期補正量 $\Delta \theta_{ig}$ は前記して求めた偏差 δ に所定の換算係数 k_c を乗じて、

$$\Delta \theta_{ig} = k_c \times \delta$$

として算出する。この算出方法は時刻 $t_0 \sim t_2$ の間で行う。時刻 $t_2 \sim t_3$ では、上記して行ってきたトルクフィードバック制御を滑らかに終了させるため、

$$\Delta \theta_{ig} = (k_c / N) \times \delta$$

として点火時期補正量 $\Delta \theta_{ig}$ を算出する。ここで N は、時刻 t_2 以降の演算周期 Δt_s での点火時期補正量 $\Delta \theta_{ig}$ の演算回数又は時間の単調増加関数で、1以上の値をとる。上記換算係数 k_c 又は k_c / N は一種のフィードバック制御ゲインであり、時刻 $t_0 \sim t_2$ の間は一定値の制御ゲイン、時刻 $t_2 \sim t_3$ の間では時間経過とともに制御ゲインを小さくしていくことになる。

【0043】時刻 $t_0 + \Delta t_s$ では、 $\delta_1 = T_{o1} - t_{T_{o1}} < 0$ であるが ΔT_x の間であるので換算係数 $k_c = 0$ として、 $\Delta \theta_{ig1} = k_c \times \delta_1$ に代入し、 $\Delta \theta_{ig1} = 0$ として点火時期補正量を0として出力する。つぎに時刻 $t_0 + 2\Delta t_s$ でも同様な演算をして点火時期補正量を0として出力する。つぎに時刻 $t_0 + 3\Delta t_s$ で

は、 $\delta_3 = T_{o3} - t_{T_{o3}} > 0$ となり、換算係数 $k_c = B$ と所定値にして、 $\Delta \theta_{ig3} = k_c \times \delta_3$ を点火時期補正量（リタード）として出力する。つぎに時刻 $t_0 + 4\Delta t_s$ でも同様に演算をする。時刻 t_2 に達するまではこのルーチンを繰り返して点火時期補正量（リタード）を出力する。

【0044】時刻 t_2 に達すると点火時期補正量算出式を $\Delta \theta_{ig} = (k_c / N) \times \delta$ として計算する。まず、時刻 $t_2 + \Delta t_s$ では、例えば $\Delta \theta_{ig} = (k_c / 1) \times \delta$ と N に1を入れて $\Delta \theta_{ig}$ を計算、時刻 $t_2 + 2\Delta t_s$ では、 N に2を入れて $\Delta \theta_{ig}$ を計算、時刻 $t_2 + 3\Delta t_s$ では、 N に3を入れて $\Delta \theta_{ig}$ を計算と順次繰り返して計算、出力していく。時刻 t_2 になると、 $\delta = T_{o2} - t_{T_{o2}} < 0$ となるが前記した ΔT_x の間でないので、 $\Delta \theta_{ig} = (k_c / N) \times \delta$ の演算式をそのまま使用して点火時期補正量 $\Delta \theta_{ig}$ を出力する。ここからは点火時期補正量はアドバンス（進角）となる。目標トルクパターンの終了点 t_f に達すると以上のトルクフィードバック制御（点火時期補正量制御）は終了する。

【0045】

【発明の効果】本発明を用いることにより、変速中のトルクをフィードバックにより、変速段を滑らかに繋げるように設定した目標トルクに追従制御するので、従来、スロットル開度ごと、変速段ごとにチューニングしていたエンジントルク制御開始、終了タイミング、及びエンジントルク制御量（例えば点火時期補正量）をマップ化して記憶素子ROMに記憶させる必要が無く、また、チューニング工数が大幅に短縮できるので開発期間が短縮できるという効果もある。また、変速段を滑らかに繋げるように設定した目標トルクに追従制御するので、変速ショックを大幅に低減することができる。さらに、エンジンが経年変化したり、高地、極寒地、極熱地でエンジントルク特性が標準のものに比べて極端に異なってきたり、そのときのエンジントルクを基準として、目標トルクをつくり、フィードバック制御するので常に安定した滑らかな変速フィーリングを確保できるという効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のシステム構成図。

【図2】ATCU、ECU等の制御装置の構成例を示す図。

【図3】従来のアップシフトショックとその低減法のタイムチャートを示す図。

【図4】本発明のアップシフトショック低減法のタイムチャートを示す図。

【図5】タイマーテーブル例を示す図。

【図6】エンジン特性から駆動トルクを推定する第一の方法のブロック図。

【図7】エンジン特性から駆動トルクを推定する第二の方法のブロック図。

15

【図8】エンジン特性から駆動トルクを推定する第三の方法のブロック図。

【図9】エンジン特性から駆動トルクを推定する第四の方法のブロック図。

【図10】トルコン特性から駆動トルクを推定する方法のブロック図。

【図11】トルコン特性とエンジン特性からの駆動トルク推定法の誤差特性図。

【図12】トルコン特性とエンジン特性からの駆動トルク推定法の切り換えブロック図。

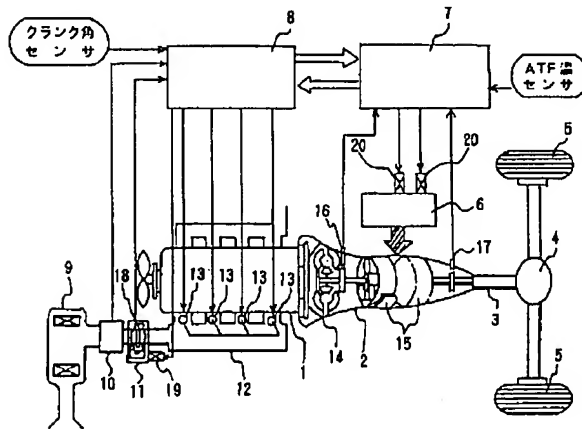
【図13】アップシフトショック低減法の詳細タイムチャートを示す図。

【符号の説明】

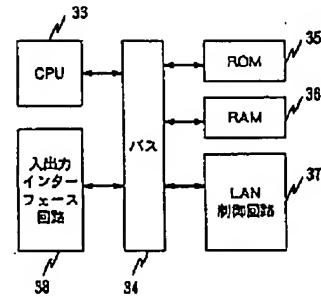
16

1…エンジン、2…AT、3…駆動軸、4…差動装置、5…駆動輪、6…ATの油圧回路、7…ATCU、8…ECU、9…エアクリーナ、10…エアフローセンサ、11…スロットルチャンバ、12…吸入マニホールド、13…インジェクタ、14…トルクコンバータ、15…ギアトレイン、16…タービンセンサ、17…ミッション出力軸回転検出センサ（車速センサ）、18…スロットルセンサ、19…アイドルスピードコントロールバルブ（ISC）、20…油圧制御、切り換え電磁弁、33…CPU、34…バス、35…ROM、36…RAM、37…LAN制御回路、38…入出力インターフェース回路

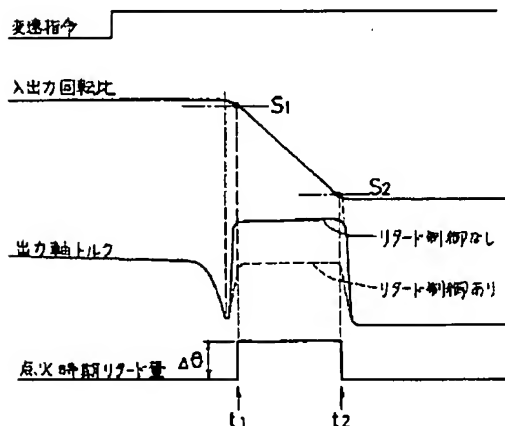
【図1】



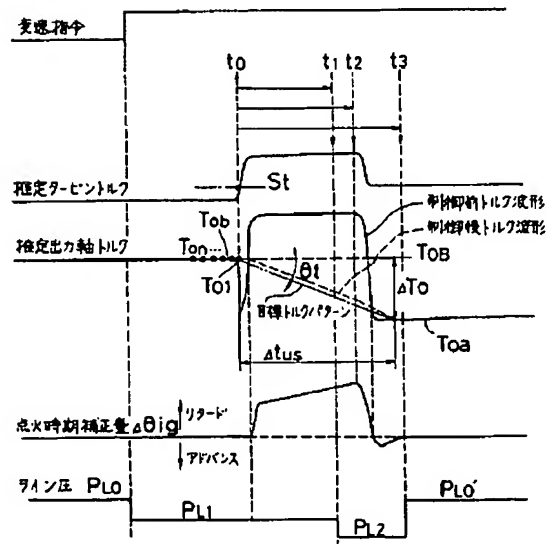
【図2】



【図3】



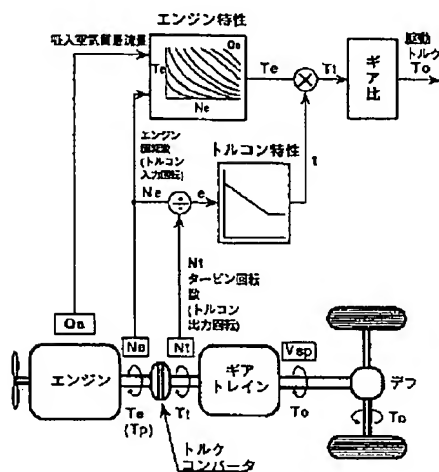
【図4】



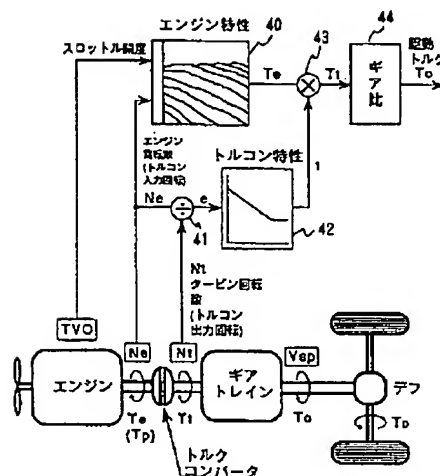
【図5】

変速	Δf_{us}	t_1	t_2	t_3
1→2	A12S	A121	A122	A123
2→3	A23S	A231	A232	A233
3→4	A34S	A341	A342	A343

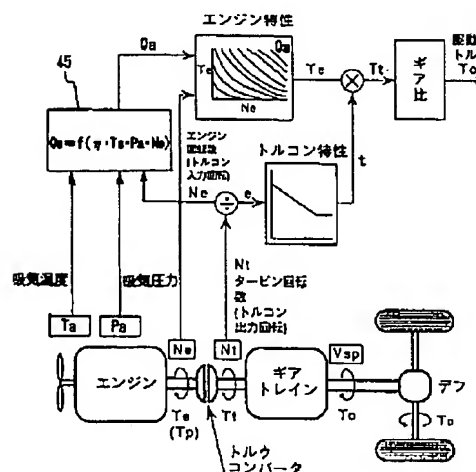
【図7】



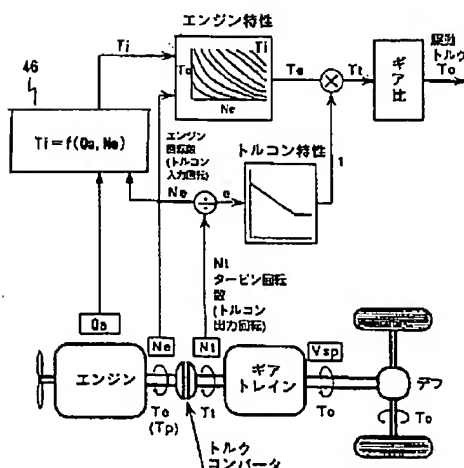
【図6】



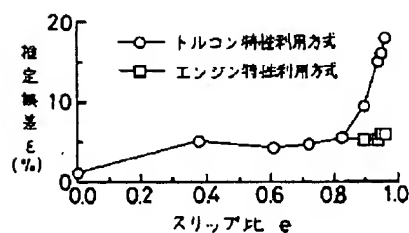
【図8】



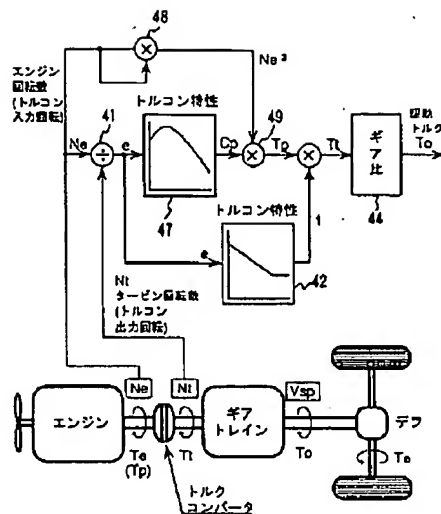
【図9】



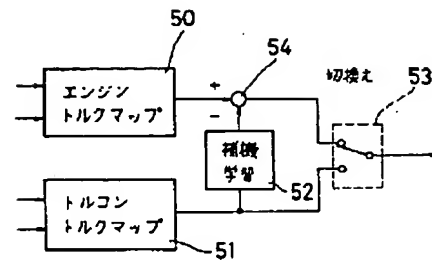
【図11】



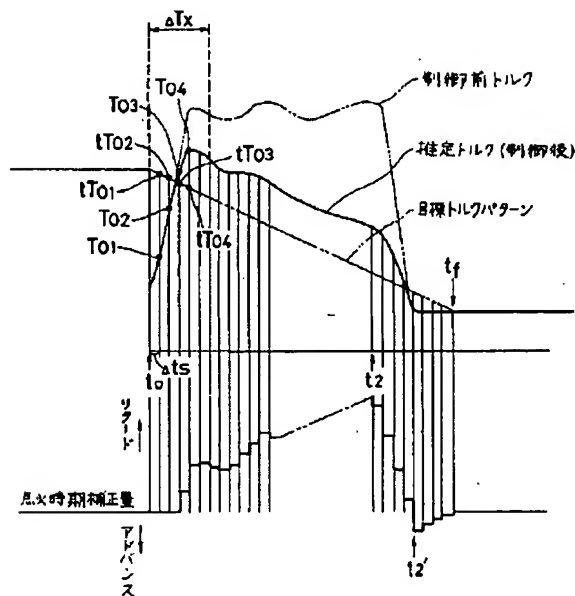
【図10】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶
F 0 2 P 5/15

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

(72) 発明者 射場本 正彦
茨城県勝田市大字高場2520番地 株式会社
日立製作所自動車機器事業部内(72) 発明者 佐藤 一彦
茨城県勝田市大字高場字鹿島谷津2477番地
3 日立オートモティブエンジニアリング
株式会社内

(72)発明者 岡田 光義
茨城県勝田市大字高場2520番地 株式会社
日立製作所自動車機器事業部内

PAT-NO: JP408121202A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08121202 A

TITLE: DRIVING TORQUE CONTROL DEVICE FOR VEHICLE

PUBN-DATE: May 14, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

KUROIWA, HIROSHI

IBAMOTO, MASAHIKO

SATO, KAZUHIKO

OKADA, MITSUYOSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI LTD

KK HITACHI KAA ENG

COUNTRY

N/A

N/A

APPL-NO: JP06262283

APPL-DATE: October 26, 1994

INT-CL (IPC): F02D029/00, B60K041/04 , F02D045/00 , F02D045/00 , F02P005/15

ABSTRACT:

PURPOSE: To reduce processing steps in development, automatically follow up temporal and environmental changes, reduce transmission shock by feedback controlling an output shaft torque of an engine so as to equalize an actual driving shaft torque to a target torque.

CONSTITUTION: A control device houses at least one of microcomputers 7, 8 for controlling an engine 1 and an automatic transmission 2. The control device is provided with a target torque pattern generation means for generating an ideal waveform of a driving shaft torque at the time of gear shifting, and a driving torque computation means for estimating an actual driving shaft torque with high accuracy. An engine torque control rate computation means computes a control rate of an output torque of an engine 1 such that the estimated driving torque follows up the target torque pattern. An engine torque control means controls the output torque of the engine 1. Processing steps in development are remarkably reduced, while transmission torque is decreased.